

TITLE OF THE INVENTION

倒立型顕微鏡システム (INVERTED MICROSCOPE SYSTEM)

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is based upon and claims the benefit  
of priority from the prior Japanese Patent Application  
No. 2001-066985, filed March 9, 2001, the entire contents of  
which are incorporated herein by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、ステージ上に置いた観察試料をその直下に配置された対物レンズにより拡大観察する倒立型顕微鏡システムに関する。

2. Description of the Background Art

倒立型顕微鏡は、医学や生理学の生きた細胞を扱う各分野の研究、各種金属材料の組織観察や欠陥、含有物検出等の工業系の研究・検査などで、幅広く利用されている。

ところで、倒立型顕微鏡は、正立型顕微鏡とは異なり、顕微鏡本体（以後、「鏡体」と称す）の中に対物レンズの像をリレーする光学系を内蔵している。このため、倒立型顕微鏡では、各種用途に応じて異なった専用の鏡体を用意する場合が多い。

例えば、大映像カメラ（大版カメラ）と小映像カメラ（通常 35 mm カメラ）の両方に試料像を撮影するための光学系を内蔵した倒立型顕微鏡が開示されている（特公昭 57-37848 号公報参照）。この倒立型顕微鏡は、U 字状ケーシング（鏡体）の中に、結像光学系と、撮像光学系とを内蔵している（以下、このような構成の倒立顕微鏡を「U 字型」と称することもある）。結像光学系は、対物レンズによる中間像を観察管（鏡筒）の接眼レンズに導く。撮像光学系は、撮影する試料像を大映像カメラおよび小映像カメラに導く。また、上記の公報では、大映像カメラと小映像カメラに加えて、シネカメラ（TV カメラ）を追加する場合が示されている。この場合には、鏡体側面に取り付けられたかぶせ板（カバー板）を別のカバー板と交換することにより、TV カメラを取り付けるに必要な光学的要素が後付けできるようにしている。

上記の U 字型の倒立顕微鏡は主に工業用として使用される。一方、主に、生

物・医学用として使用される倒立型顕微鏡も知られており、例えば、次のような構成を有する（例えば特開平 7-035986 号公報および特開平 8-43741 号公報参照）。対物レンズおよび結像レンズを通過した光束の一部が第 1 の光学素子で水平前方への撮影光路に導かれる。第 1 の光学素子の下方へ通過した光束が第 2 の光学素子で斜め前方への観察光路に導かれる。更に第 1 の光学素子は、対物レンズと結像レンズを通過した光束を、水平前方への撮影光路を含む 3 つの撮影光路に分岐する（以下、このような構成の倒立顕微鏡を「V字型」と称することもある）。

近年、様々な研究や解析を行うために、一般的な TV カメラや写真撮影に加えて、クールド CCD カメラや、フォトダイオードアレイや、デジタルカメラ等々を光学顕微鏡に 1 種類のみならず複数組み合わせたいという要求が非常に多くなっている。このような要求に答えるために、撮影光路の数を増やすことや、各々の撮像手段に合わせた光学系を適切に設けることが必要になっている。具体的には、以下のとおりである。

例えば、生物・医学用途においては、微弱蛍光観察、微弱測光等の人間の目では検出できない極微弱光を検出しなければならない。このために、像のリレー等による劣化がなるべく少ない、明るい光学系が望まれる。また、工業用途においては、像の劣化や明るさ等に対する要求以外に次のような光学系が望まれる。例えば、試料の特定部分の寸法や面積の測定を行うために、中間像を形成してスケールを写し込む。像を変倍リレーして適切な大きさに拡大する。

従って、顕微鏡の製造者にとっては、これら様々な要求をいかに満足するかが重要な課題であり、従来のように、用途に応じた倒立顕微鏡の専用鏡体を何種類も製造することはコスト上好ましいことでない。

上記の U 字型の倒立顕微鏡を、仮に、生物・医学用途として用いる場合を考慮する。対物レンズ直下の半透過性ミラーの近傍に形成される試料の一次像を撮像できるポートを複数用意すれば、鏡体前面に一体的に設けられた大映像カメラや小映像カメラは不要である場合がある。また、本来の用途、つまり工業用途に用いる場合であっても、必ずしも大映像カメラと小映像カメラの両方を使用するとは限らない。例えば TV カメラしか使用しない場合もあり、試料像を大映像カメ

ラと小映像カメラのそれぞれに投影するための光学系も不要になる場合もあり得る。このため、従来のU字型の倒立顕微鏡は、コスト的に有利であるといえない。

5 一方、V字型の倒立型顕微鏡は、第1の光学素子で反射された光束が通る撮影光路は、35mmカメラとなっている。このため、大版カメラやTVカメラを撮影光路に取り付けたい場合には、倍率等の異なる最適な撮影光学系に交換する必要がある。しかし、顕微鏡本体の形状がすでに決まっているので、必ずしも最適な光学系を実現できるとは限らない。また、先に述べたように、35mmカメラ用の撮影光路が不要な場合もある。その場合には、顕微鏡本体の35mmカメラ取付用撮影ポートを形成するための顕微鏡本体の構成が不要になる。顕微鏡本体  
10 前側の撮影光路が不要ならば、倒立顕微鏡本体の前側のフットプリント（机上占有面積）を本来は小さくできるはずである。しかし、顕微鏡本体の形状が、最初から撮影光路を設けるために決まっているので、フットプリントを小さくすることはできない。

15 このように従来の倒立型顕微鏡は、いずれも顕微鏡本体が、各用途、例えば工業用途、生物・医学用途、にそれぞれ適するように、一体的に構成されている。従って、全ての用途に対応できる構成に仕立てることが難しい。

#### BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、様々な用途に対してフレキシブルに対応できる倒立型顕微鏡システムを提供することを目的とする。

20 本発明の局面に係る倒立顕微鏡は、試料に対向して配置される対物レンズと、この対物レンズと協業して前記試料の中間像を形成する1次結像光学系と、前記試料と対物レンズの相対距離を変化させ前記試料の中間像を所定位置で結像させる焦準手段とを有する顕微鏡本体と、前記顕微鏡本体に対して着脱可能であり、前記試料に対する照明光を発生する照明手段と、前記顕微鏡本体に対して着脱可能であり、前記試料の中間像を観察するための鏡筒を含む付加ユニットとを、備  
25 えたことを特徴とする。

30 Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of

the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

5 The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate presently preferred embodiments of the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the preferred embodiments given  
10 below, serve to explain the principles of the invention.

図1は、本発明の第1の実施の形態の生物・医学用途に用いられる倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

図2は、第1の実施の形態の工業用途に用いられる倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

15 図3は、第1の実施の形態の工業用途に用いられる倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

図4は、本発明の実施の形態に用いられる反射ミラーの他の構成を示す図。

図5は、本発明の第2の実施の形態のオプションユニットを追加した倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

20 図6は、第2の実施の形態のオプションユニットを追加した倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

図7は、本発明の第3の実施の形態の写真撮影装置を追加した倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

25 図8は、第3の実施の形態の写真撮影装置を追加した倒立型顕微鏡の概略構成を示す図。

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、本発明の実施の形態を図面に従い説明する。

(第1の実施の形態)

30 図1から図3は本発明の第1の実施の形態に係る倒立型顕微鏡システムの概略構成を示している。第1の実施の形態に係る倒立型顕微鏡は、共通の顕微鏡本体(以下、「鏡体」と称する)を備えていることを特徴とする。図1から図3にお

いて、鏡体に装着されるユニットを、用途に応じて変更している。すなわち、鏡体に着脱自在な追加ユニットを装着することにより、各用途に応じた顕微鏡が構成されている。図1は生物・医学用途に用いられる倒立型顕微鏡を示す図である。図2および図3は工業用途に用いられる倒立型顕微鏡を示す図である。

5        まず、鏡体1を説明する。鏡体1の上方部の前後位置には、上方向へ突出した一対の鏡脚部1a、1bが形成されており、これにより、鏡体1は概略凹字形状に形成されている。鏡脚部1a、1bの上方にステージ3が配置されている。ステージ3上には、観察試料2が載置されている。

10        ステージ3を介して観察試料2の下方に複数の対物レンズ4が配置されている。複数の対物レンズ4は、レボルバー5に保持されており。複数の対物レンズ4の1つが、択一的にステージ3に載置された観察試料2の観察光路上に配置される。

15        観察光路上に配置された対物レンズ4の光軸上には、1次結像光学系を構成する結像レンズ6が配置されている。結像レンズ6は、対物レンズ4と協業して観察試料2の拡大像を形成する。そして、対物レンズ4および結像レンズ6より出射された観察試料2の結像光束は、反射ミラー7に入射される。反射ミラー7は、鏡体1の最下端部に配置される。結像レンズ6より入射された結像光束は反射ミラー7で斜め上方に反射される、そして、結像光束は、反射ミラー7による反射後の観察光路8上で中間像I1を形成する。

20        レボルバー5は、レボルバー台9に保持されている。レボルバー台9は、鏡体1に対して上下方向に直動自在に支持されている。また、レボルバー台9には、ラック10が取り付けられている。このラック10と噛み合うピニオン軸11は焦準ハンドル12と同軸に設けられている。焦準ハンドル12を回転させると、ピニオン軸11が回転する。すると、ピニオン軸11と噛み合うラック10とラック10に固定されているレボルバー台9とが上下方向に駆動する。そこで、  
25        ステージ3上に置かれた観察試料2とレボルバー5に保持された対物レンズ4との相対距離が変化する。これにより、対物レンズ4と結像レンズ6によって形成される観察試料2の中間像I1を所定位置に結像させるピント調節を行うことが可能になる。このピント調整機構を「焦準機構」と称する。

図1、図2では、レボルバー台9とラック10が斜め上方に向かう観察光路8

を遮断しているように見える。レボルバー台 9 とラック 10 は、観察光路 8 に対して鏡体 1 の左右方向（すなわち、図 1、図 2 の紙面に対して垂直な方向）にずれて配置されている。従って、観察光路 8 がレボルバー台 9 とラック 10 によって遮断されることはない。

5        ピニオン軸 11 は、鏡体 1 を左右方向に貫通するように配置されている。鏡体 1 の側面から突出したピニオン軸 11 の両端部に焦準ハンドル 12 が取り付けられている。焦準ハンドル 12 とピニオン軸 11 は、図 1、図 2 に示される斜め上方に向かう観察光路 8 と図 3 に示される略水平方向に向かう観察光路 52（詳細は後述）とに挟まれた領域に配置されている。従って、ピニオン軸 11 は、観察光路 8 と観察光路 52 のいずれも遮断することがない。従って、用途に応じて観察光路 8 と観察光路 52 のどちらでも使用することができる。

10        鏡体 1 には、鏡脚部 1a に後述する落射照明用の投光管 32 を装着するための開口部 1c が設けられている。観察試料 2 の中間像  $I_1$  の位置に、試料の部分的な寸法を測定するスケールや写真撮影装置に写り込む範囲を示すフレーミングレチクルを挿入するためのスロット 13、14 が形成されている。更に、対物レンズ 4 と結像レンズ 6 との間の光路を横切って鏡体 1 の幅方向（紙面に垂直な方向）に沿ってオプションユニット追加スペース 15 が形成されている。加えて、結像レンズ 6 と反射ミラー 7 との間の光路を横切って鏡体 1 の前後方向に沿って他のオプションユニット追加スペース 16 が形成されている。開口部 1c、スロット 13、14 およびオプションユニット追加スペース 15、16 には、後述する  
15        ような各種倒立顕微鏡の特殊な用途において、所定のオプションユニットが装着されることによって、所定の機能が実現される。

20        以上が、共通使用される鏡体 1 の概略構成である。

25        図 1 に示す生物・医学用途の倒立型顕微鏡では、鏡体 1 に対し、以下述べる追加ユニットが装着される。

鏡体 1 の後側の鏡脚部 1a に、支柱 17 が設けられる。支柱 17 には、透過照明手段としてハロゲンランプ等による光源装置 18 を有する投光管 19 が支持されている。投光管 19 には、ミラー 20 が設けられている。ミラー 20 は、光源装置 18 から投光管 19 に水平に導かれた照明光を垂直下向きに反射させる。支

柱 1 7 には、コンデンサレンズ 2 1 を保持したコンデンサ受け 2 2 が支持されている。コンデンサレンズ 2 1 は、ミラー 2 0 で反射された照明光を観察試料 2 に集光する。なお、コンデンサ受け 2 2 は、支柱 1 7 に沿って上下動自在になっている。また、上記のように、鏡体 1 の最下端部に配置される反射ミラー 7 は、対物レンズ 4 および結像レンズ 6 によって垂直下向きに出射された観察試料 2 の結像光束を斜め上方（ここでは  $45^\circ$  ）に反射する。そして、観察光路 8 上で中間像 I 1 が形成される。

中間像 I 1 は、リレー光学系としてリレーレンズ群 2 3 に入射される。リレーレンズ群 2 3 は、鏡体 1 の前側に斜め上方に設けられた筒状の付加ユニット 2 4 の中空部に配置される。リレーレンズ群 2 3 の光軸は観察光路 8 の光軸と合致している。鏡体 1 側にリレーレンズ群 2 3 入り込むだけの穴部が設けられている。リレーレンズ群 2 3 の一部が穴部により鏡体 1 側に入り込んでいます。

付加ユニット 2 4 の先端部には、鏡筒 2 6 が着脱可能に取り付けられている。鏡筒 2 6 は、リレーレンズ群 2 3 からの平行光束を結像させるための結像レンズ 2 5 を有する。また、鏡筒 2 6 には、両眼で観察するための双眼部 2 7 が一体的に設けられている。双眼部 2 7 には接眼レンズ 2 8 が取り付けられている。これにより、結像レンズ 2 5 からの結像光束は、第 1 の像 I 2 として接眼レンズ 2 8 の位置で結像する。そして、結像光束は、接眼レンズ 2 8 から観察者の眼に入って目視観察される。

上記のような生物・医学用途の倒立型顕微鏡では、光源装置 1 8 からの透過照明光を投光管 1 9 よりミラー 2 0 を介して観察試料 2 に照射すると、次のようにして、観察者により試料像が目視観察される。対物レンズ 4 の光軸上に位置された観察試料 2 の中間像 I 1 が対物レンズ 4 および結像レンズ 6 によって観察光路 8 上に形成される。そして、中間像 I 1 が、リレーレンズ群 2 3、鏡筒 2 6 の結像レンズ 2 5 を介して接眼レンズ 2 8 の位置で第 1 の像 I 2 として結像される。そして、第 1 の像 I 2 が、接眼レンズ 2 8 により試料像として観察者により目視観察される。

図 2 に示す工業用途の倒立型顕微鏡について説明する。この場合、鏡体 1 の構成は、図 1 と全く同じなので、その説明は省略する。そして、工業用途の倒立型

顕微鏡では、鏡体 1 に対して、以下述べる追加ユニットが装着される。

鏡体 1 の後側の鏡脚部 1 a に設けられた開口部 1 c には、投光管 3 2 が挿通支持されている。投光管 3 2 は、落射照明手段としてハロゲンランプ等による光源装置 3 1 を有する。投光管 3 2 には、半透過性ミラー 3 3 が設けられている。半透過性ミラー 3 3 は、光源装置 3 1 から投光管 3 2 に水平に導かれた照明光を垂直上向きに反射させる。つまり、光源装置 3 1、投光管 3 2 および半透過性ミラー 3 3 は、通常、落射照明装置と呼ばれる。光源装置 3 1 からの照明光が半透過性ミラー 3 3 で反射されて、対物レンズ 4 を介して観察試料 2 に集光される。

図 1 と同様に、鏡体 1 の最下端部に配置される反射ミラー 7 は、対物レンズ 4 および結像レンズ 6 によって垂直下向きに出射された観察試料 2 の結像光束を斜め上方（ここでは  $45^\circ$ ）に反射する。そして、観察光路 8 上で中間像 I 1 が形成される。

中間像 I 1 は、リレーレンズ群 3 4 に入射される。リレーレンズ群 3 4 は、鏡体 1 の前側に設けられた付加ユニット 3 5 内部に配置される。リレーレンズ群 3 4 の光軸は観察光路 8 の光軸と合致している。なお、図 2 に示す場合も図 1 と同様に、鏡体 1 側にリレーレンズ群 2 3 入り込むだけの穴部が設けられている。リレーレンズ群 2 3 の一部が穴部により鏡体 1 側に入り込んでいる。

リレーレンズ群 3 4 の間には、光学素子として半透過性ミラー 3 6 が配置されている。半透過性ミラー 3 6 は、リレーレンズ群 3 4 をリレーされる光束の一部を垂直下向きに反射させる。ミラー 3 7 は、半透過性ミラー 3 6 で反射された光束を水平前方へと反射する。ミラー 3 7 で反射された光束は、付加ユニット 3 5 の前面に設けられた撮像ポート 3 8 から出射される。撮像ポート 3 8 は、写真装置や TV カメラ等の撮像手段を取り付けるために使用される。なお、撮像ポート 3 8 に取り付けられる写真装置や TV カメラ等の撮像面に試料像 I 2' を結ぶための撮像光学系 3 9 が設けられている。

付加ユニット 3 5 には、図 1 で述べたと同様に結像レンズ 4 0 を有する鏡筒 4 1 が着脱可能に取り付けられている。鏡筒 4 1 には、接眼レンズ 4 2 を有する双眼部 4 3 が一体的に設けられている。これにより、結像レンズ 4 0 からの結像光束が試料像 I 2 として観察可能になる。



なお、鏡体 1 の後側には、電源ユニット 4 4 が設けられている。この電源ユニット 4 4 は、光源装置 3 1 に電源を供給する電源 4 5 を内蔵している。

上記のような工業用途の倒立型顕微鏡では、図 1 と同様な接眼レンズ 4 2 による目視観察に加え、撮像ポート 3 8 へ TV カメラやデジタルカメラ等を取り付けることにより観察試料 2 の撮像も同時に行うことができる。

図 3 に示す工業用途の倒立型顕微鏡について説明する。図 3 において、鏡体 1 の構成は、図 1 と全く同じなので、その説明は省略する。図 3 に示すような倒立型顕微鏡では、鏡体 1 に、以下述べる追加ユニットが装着される。なお、図 3 において、追加ユニットのうち、図 2 と同一部分には、同符号を付している。

鏡体 1 の最下端部に配置される反射ミラー 5 1 は、対物レンズ 4 および結像レンズ 6 によって垂直下向きに出射された観察試料 2 の結像光束を鏡体 1 の前方に水平方向に反射する。反射ミラー 5 1 で反射された観察試料 2 の結像光束は、水平方向に向かう観察光路 5 2 上で第 1 の中間像 I 1 を形成する。

第 1 の中間像 I 1 は、リレーレンズ群 5 3 に入射される。リレーレンズ群 5 3 は、鏡体 1 の前側に設けられた付加ユニット 5 4 内部に配置されている。リレーレンズ群 5 3 の光軸は観察光路 5 2 の光軸と合致している。なお、図 3 でも、鏡体 1 側にリレーレンズ群 2 3 入り込むだけの穴部が設けられている。リレーレンズ群 2 3 の一部が穴部により鏡体 1 側に入り込んでいます。

リレーレンズ群 5 3 には、ミラー 5 5 が配置されている。ミラー 5 5 は、リレーレンズ群 5 3 でリレーされる光束を垂直上向きに反射する。そして、ミラー 5 5 の反射光の光路には、半透過性ミラー 5 6 が配置されている。半透過性ミラー 5 6 は、リレーレンズ群 5 3 でリレーされる光束を透過するとともに、その一部を水平方向に反射する。半透過性ミラー 5 6 を透過した光束は、第 2 の中間像 I 2 として反射光路上で結像する。また、半透過性ミラー 5 6 で反射した光束は、付加ユニット 5 4 の前面に設けられたフロントポート 5 7 より出射する。フロントポート 5 7 は、写真装置や TV カメラ等の撮像手段を取り付けるために使用される。なお、フロントポート 5 7 に取り付けられる写真装置や TV カメラ等の撮像面に試料像 I 3 を結ぶための撮像光学系 5 8 が設けられている。

第 2 の中間像 I 2 は、リレーレンズ群 5 9 に入射する。リレーレンズ群 5 9 の

間には、半透過性ミラー60が配置されている。半透過性ミラー60は、リレー  
レンズ群59でリレーされる光束の一部を水平横向き（紙面に垂直な方向）に反  
射する。半透過性ミラー60で反射された光は、付加ユニット54の側面に設け  
られたサイドポート61より出射する。サイドポート61には、TVカメラ等の  
5 撮像手段が取り付けられる。このように、サイドポート61は、半透過性ミラー  
60で反射される結像光束をTVカメラ等で撮像するために使用される。

半透過性ミラー56および60は、既知の方法により光路から自在に退避する  
ことができる。また、第2の中間像I2の位置には、スロット62が設けられて  
いる。スロット62は、後述の写真撮影装置に写り込む範囲を示すフレーミング  
10 レチクルを挿入するために使用される。

付加ユニット54には、図1と同様に、結像レンズ63を有する鏡筒64が着  
脱可能に取り付けられている。鏡筒64には、接眼レンズ65を有する双眼部6  
6が一体的に設けられている。これにより、結像レンズ63からの結像光束が試  
料像I3'として観察可能になる。

図3に示すような工業用途の倒立型顕微鏡では、図1と同様な接眼レンズ65  
による目視観察に加え、フロントポート57、サイドポート61の両ポートにT  
Vカメラやデジタルカメラ等を取り付けることにより観察試料2の撮像を同時に  
15 行うことができる。半透過性ミラー56、60を光路に対して挿入／退避するこ  
とにより、接眼レンズ65による観察、サイドポート61による撮像、フロント  
20 ポート57による撮像の光量比を適宜選択することが可能である。

なお、付加ユニット54に収容されるリレーレンズ群53をズーム等の変倍光  
学系とすることが可能である。このようにすると、接眼レンズ65での目視観察、  
サイドポート61、フロントポート57を介して撮像される観察試料2の像は、  
観察者の好みや必要に応じて、拡大したり縮小したりすることが可能になる。従  
25 って、ズーム等の変倍光学系を採用することにより、対物レンズ4の倍率を切り  
換えるよりも、より細かく倍率を合わせるのに便利である。

第1の実施の形態に係る倒立型顕微鏡システムは、前後鏡脚部1a、1bを有  
する概略凹字形状の鏡体1を、図1から図3に示すように、生物・医学用途およ  
び工業用途の倒立型顕微鏡において、共通に使用する。ここで、鏡体1は、対物

レンズ 4 を保持するレボルバー 5 と、対物レンズ 4 と協業して観察試料 2 の中間像 I 1 を形成するための結像レンズ 6 と、レボルバー 5 を保持し鏡体 1 に対して上下方向に直動自在に支持されているレボルバー台 9 とを備えている。更に、鏡体 1 は、レボルバー台 9 に取り付けられたラック 10、ラック 10 と噛み合うピニオン軸 11、及びピニオン軸 11 と同軸に設けられた焦準ハンドル 12 を有する焦準機構を備えている。なお、前後鏡脚部 1a、1b には、ステージ 3 が固定される。

従って、第 1 の実施の形態によれば、用途によって倒立型顕微鏡をそれぞれ別々に製造するのではなく、基本機能部としての鏡体 1 を共通に使用することができる。これにより、複数の機種全体での製造コストを抑制できる。更に、様々な用途に対してフレキシブルに対応できる。そして、これら各種の倒立型顕微鏡すべてに共通な鏡体 1 を使用することで、1 部品あたりの生産台数の増大と部品種類の削減によって、基本機能を有する鏡体 1 を低コストで製造することができる。

そして、図 1 から図 3 の中でそれぞれ説明したように、基本機能部を内蔵した鏡体を共通化したうえで、それぞれ異なる機能を有する付加ユニット 24、35、54 を用途に応じて適切に組み合わせることにより、生物用途・工業用途など幅広いニーズに対応できる倒立顕微鏡システムを実現できる。

なお、図 2 において、落射照明用の投光管 32 は、鏡脚部 1a に設けられた開口部 1c に装着されているが、元々開口部となっている鏡体 1 の鏡脚部 1a、1b の間から側方（紙面に垂直）に延びるように装着することも可能である。

第 1 の実施の形態においては、反射ミラー 7 と反射ミラー 51 とを別のミラーとして説明している。これに限らず、反射ミラー 7、51 を同一のミラーとして、ミラーの角度を可変としても良い（図 4 参照）。この場合には、反射ミラーを中心点 O 中心として、r 方向に回転すれば良い。これにより、反射ミラーの反射角を任意の角度に設定できる。従って、図 4 に示すように、1 つの反射ミラーで、V 字型と U 字型の 2 つの倒立型顕微鏡に適用できる。また、ミラーを、図 4 の X 方向に移動させて、光路から外せるようにしても良い。このようにすれば、鏡体 1 の下方にカメラ等を配置して、中間像 I 1 に相当する試料像が取得できる。な

お、このミラーの構成は下記の実施の形態についても同様に適用可能である。

(第2の実施の形態)

図5及び図6を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る倒立型顕微鏡システムを説明する。

図5および図6は、第2の実施の形態に係る倒立顕微鏡システムの概略構成を示す図である。図5は図1に示された倒立顕微鏡にオプションユニットを追加した図である。図6は図3に示された倒立顕微鏡にオプションユニットを追加した図である。

図5において、オプションユニット追加スペース15には、2種類の間変倍レンズ71、72と、挿脱機構73とが追加されている。中間変倍レンズ71、72は、結像レンズ6と協業して、対物レンズ4による観察試料2の拡大像を変倍する。挿脱機構73は、2種類の間変倍レンズ71、72を光路に選択的に挿脱する。また、オプションユニット追加スペース16には、半透過性ミラー74と、バックポートユニット75とが追加されている。半透過性ミラー74は、結像レンズ6から出射する結像光束の一部を水平後方へ反射する。バックポートユニット75は、その後端部にTVカメラ等が取付可能なマウントを有する。

図5の他の部分については図1と全く同様であるので説明を省略する。

図5に示すような構成によれば、中間変倍レンズ71、72によって、観察試料2の中間像 $I_1$ をリレーするのではなく、中間像（一次像） $I_1$ そのものの倍率を簡単に変更できるように構成できる。従って、リレーによる像の劣化を嫌う生物用途に適した倒立顕微鏡を構成することができる。

また、バックポートユニット75によって鏡体1の後側にTVカメラ等を設けることにより、鏡体の正面や側面にスペースを必要としない。このため机上空間を有効に利用することができる。特に、鏡体側面の空間が広く利用できるので、マニピュレーター等の付属装置を倒立顕微鏡に組み合わせる際に非常に有効である。また、バックポートユニット75によって中間像（一次像） $I_1$ を直接撮像することができるので、精度の高い観察結果も得ることができる。

図6では、オプションユニット追加スペース15に、ダイクロイックミラー76と、IR用結像レンズ（図示省略）と、マウント78と、IR用TVカメラ

(図示省略)が追加されている。ダイクロイックミラー76は、対物レンズ4から出射した光束のうち赤外光成分のみを反射する。IR用結像レンズは、ダイクロイックミラー76で反射した光束を結像する。マウント78は、TVカメラが取付可能になっている。

- 5       このようにすれば、金属材料の欠陥検出等の工業用途で用いられるIR観察が可能な倒立顕微鏡を簡単に構成することができる。

(第3の実施の形態)

図7及び図8を参照して、本発明の第3の実施の形態を説明する。

10       図7および図8は、第3の実施の形態に係る倒立型顕微鏡システムの概略構成を示す図である。第3の実施の形態に係る倒立型顕微鏡システムは、図2および図3に示す倒立型顕微鏡の撮像ポート38およびフロントポート57に、まったく同一の写真撮影装置を組み合わせている。また、図7および図8において、写真撮影装置以外の構成は、図2および図3と全く同一であるので、同一部分には同符号を付して説明を省略する。

15       第3の実施の形態において、図2に示す付加ユニット35および図3に示す付加ユニット54のそれぞれの前面には、この前面全体を覆うような写真撮影装置201が取り付けられている。

20       写真撮影装置201には、前面に大版カメラ202が、側面に、図示しない35mmカメラ203がそれぞれ装着されている。大版カメラ202は、縦×横寸法が4インチ×5インチや3インチ×4インチ等の寸法の大版写真撮影が可能である。35mmカメラ203は、35mm写真撮影が可能である。

25       写真撮影装置201には、2種類の撮影レンズ204、205が光路に挿脱可能に設けられている。撮影レンズ204は大版カメラ202用の撮影レンズである。撮影レンズ205は35mmカメラ203用の撮影レンズである。大版カメラ用撮影レンズ204と反射ミラー206は一体的に構成されている。35mmカメラ用撮影レンズ205と反射ミラー207は一体的に構成されている。撮影レンズ204および反射ミラー206と、撮影レンズ205および反射ミラー207とが択一的に光路中に配置される。これにより、写真撮影装置201の前面および側面にそれぞれ配置された大版カメラ202および35mmカメラ203

の各フィルム面に選択的に観察試料の像が形成される。撮影レンズ204を経由し反射ミラー206で反射された光束は、更に2枚の反射ミラー208、209によって反射された後に大版カメラ202に到達する。従って、写真撮影装置201内で大版カメラ202に向かう光束は合計3回反射して結像する。また、撮影レンズ205を経由し反射ミラー207で反射された光束は、そのまま35mmカメラ203に到達する。従って、写真撮影装置201内で35mmカメラ203に向かう光束は1回だけ反射して結像する。

なお、図7には、写真撮影装置201の大版カメラ202および35mmカメラ203に写り込む範囲を示した写真フレーム210が示されている。写真フレーム210はスロット13に挿入され、光路に対して挿脱自在に保持されている。

図8には、写真撮影装置201の大版カメラ202および35mmカメラ203に写り込む範囲を示した210と同様な写真フレーム211が示されている。写真フレーム211はスロット62に挿入され、光路に対して挿脱自在に保持されている。

次に、上記のような写真撮影装置201を組み合わせたそれぞれの倒立型顕微鏡において、写真撮影を行う際の動作を説明する。

レボルバー5を回転して低倍率の対物レンズ4を選択する。次に、焦準ハンドル12を回転して観察試料2にピントを合わせる。レボルバー5を回転して高倍率の対物レンズ4に切り換える。そして、ピントがぼけた場合には焦準ハンドル12を少し回転して、正確にピントを合わせる。観察位置を変える場合は、ステージ3の操作ハンドルを操作して、観察試料2の位置を動かし所望の観察位置を対物レンズ4の視野内にもってくる。

大版カメラ202あるいは35mmカメラ203で撮影される範囲を示す写真フレーム210あるいは211を光路に挿入する。そして、大版フィルムあるいは35mmフィルムに写り込む範囲を確認する。写り込む範囲がそれで良ければ、写真撮影装置の露光操作を行う。これにより、写真撮影が完了する。

上記のような構成とすれば、異なる構成の倒立型顕微鏡の鏡体前部に、全く同一の写真撮影装置を組み合わせることができる。このため、機種毎に異なる専用の写真撮影装置を用意する必要がなくなる。従って、低コストで写真撮影装置を

組み合わせることができる倒立型顕微鏡を実現できる。

本発明の各実施の形態により、様々な用途に対してフレキシブルに対応できる倒立型顕微鏡システムが提供できる。

5 本発明の局面に係る倒立顕微鏡は、試料に対向して配置される対物レンズと、この対物レンズと協業して前記試料の中間像を形成する1次結像光学系と、前記試料と対物レンズの相対距離を変化させ前記試料の中間像を所定位置で結像させる焦準手段とを有する顕微鏡本体と、前記顕微鏡本体に対して着脱可能であり、前記試料に対する照明光を発生する照明手段と、前記顕微鏡本体に対して着脱可能であり、前記試料の中間像を観察するための鏡筒を含む付加ユニットとを、備えたことを特徴とする。

10 本発明の局面に係る好ましい実施態様は以下のとおりである。以下の、実施態様は単独で適用しても良いし、適宜組合わせて適用しても良い。

15 (1) 前記顕微鏡本体は、前記対物レンズから出射される前記試料からの観察光を斜め上方または略水平のどちらか一方に反射させる光学素子を更に備え、前記中間像は、前記光学素子によって反射された光路上に形成される。

(2) 前記光学素子は、前記対物レンズからの光束を斜め上方に反射させる第1の光学素子と、略水平方向に反射させる第2の光学素子を含み、前記第1の光学素子及び前記第2の光学素子のどちらか一方が前記顕微鏡本体に選択的に取り付けられること。

20 (3) 前記光学素子は、反射角度が可変であること。

(4) 前記光学素子は、着脱可能であること。

(5) 前記付加ユニットは、前記試料の中間像を前記鏡筒までリレーするためのリレー光学系を有すること。

25 (6) 前記付加ユニットは、前記リレー光学系によってリレーされる前記試料の中間像の光束の一部を取り出す光学素子と、前記光学素子を介して取り出された試料像を撮像する撮像手段を取り付けるポートを、更に有すること。

すなわち、本発明の一局面に係る倒立型顕微鏡システムは、例えば、試料に対して配置される対物レンズと、この対物レンズと協業して前記試料の中間像を形成する1次結像光学系と、前記試料と前記対物レンズとの相対距離を変化させる

焦準手段と、前記焦準手段を操作するために当該倒立顕微鏡本体の側面に配置された焦準ハンドルと、前記対物レンズから出射される前記試料の観察光を斜め上方に反射させる第1の光学素子と略水平方向に反射させる第2の光学素子のどちらか一方（又は反射角度が可変な光学素子）とを備えている。そして、前記倒立顕微鏡本体の側面から見た場合に、斜め上方に向かう光路と略水平方向に向かう光路に挟まれた領域に前記焦準ハンドルが配置されている。前記第1及び第2の光学素子を選択的に取り付ける（又は反射角度を変える）ことによって前記試料からの観察光が前記斜め上方の光路または前記略水平方向の光路のいずれか一方に出射する。

また、前記倒立顕微鏡本体の前記1次結像光学系によって形成される中間像をリレーするリレー光学系を備えた互いに異なる複数種類の付加ユニットのうちのひとつと、前記付加ユニットによってリレーされた試料像を観察するための鏡筒とを有し、前記第1及び第2の光学素子のいずれか一方の選択及び前記付加ユニットの選択等によって異なる用途の倒立顕微鏡を構成できる。

また、前記複数種類の付加ユニットは、少なくとも前記斜め方向に向かう光路から出射される前記中間像をリレーする第1の付加ユニットと、前記略水平方向に向かう光路から出射される前記中間像をリレーする第2の付加ユニットを含む。

上記のように、本発明の実施の形態によれば、用途によって倒立型顕微鏡をそれぞれ別々に製造するのではなく、基本機能部としての顕微鏡本体を共通に使用する。これにより、複数の機種全体での製造コストを抑制するとともに、様々な用途に対してフレキシブルに対応できる。

また、リレー光学系のみを変更した複数の光学系が容易に実現できる。従って、例えば顕微鏡本体を生物・医学用途を含めた複数の機種で共通化しつつ、工業用途等で多く用いられるリレー光学系からの撮像光路の取り出しを行うことが可能である。

更に、リレー光学系から試料の中間像の光束の一部を取り出し、ポートまでリレー導くようにしているので、ポートにTVカメラやデジタルカメラなどの撮像手段を設けることで、試料の目視観察と同時に、撮像を行うことができる。

以上述べたように本発明によれば、例えば生物・医学用途や工業用途等様々な



用途に対して、専用の倒立顕微鏡本体を何種類も製造するのではなく、顕微鏡の基本機能部を共通使用することによって、複数の機種全体での製造コストを抑制するとともに、様々な用途に対してフレキシブルに対応できる倒立型顕微鏡を実現できる。

5           Additional advantages and modifications will readily  
occur to those skilled in the art. Therefore, the present  
invention in its broader aspects is not limited to the  
specific details, representative devices, and illustrated  
examples shown and described herein. Accordingly, various  
10       modifications may be made without departing from the spirit  
or scope of the general inventive concept as defined by the  
appended claims and their equivalents.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. 試料に対向して配置される対物レンズと、この対物レンズと協業して前記試料の中間像を形成する1次結像光学系と、前記試料と対物レンズの相対距離を変化させ前記試料の中間像を所定位置で結像させる焦準手段とを有する顕微鏡本体と、

前記顕微鏡本体に対して着脱可能であり、前記試料に対する照明光を発生する照明手段と、

前記顕微鏡本体に対して着脱可能であり、前記試料の中間像を観察するための鏡筒を含む付加ユニットとを、備えたことを特徴とする倒立型顕微鏡システム。

2. 前記付加ユニットは、前記試料の中間像を前記鏡筒までリレーするためのリレー光学系を有することを特徴とする請求項1記載の倒立型顕微鏡システム。

3. 前記付加ユニットは、前記リレー光学系によってリレーされる前記試料の中間像の光束の一部を取り出す光学素子と、前記光学素子を介して取り出された試料像を撮像する撮像手段を取り付けるポートを、更に有することを特徴とする請求項2記載の倒立型顕微鏡システム。

4. 前記顕微鏡本体は、前記対物レンズから出射される前記試料からの観察光を斜め上方または略水平のどちらか一方に反射させる光学素子を更に備え、

前記中間像は、前記光学素子によって反射された光路上に形成されることを特徴とする請求項3記載の倒立型顕微鏡システム。

5. 前記付加ユニットは、前記試料の中間像を前記鏡筒までリレーするためのリレー光学系を有することを特徴とする請求項4記載の倒立型顕微鏡システム。

6. 前記付加ユニットは、前記リレー光学系によってリレーされる前記試料の中間像の光束の一部を取り出す光学素子と、前記光学素子を介して取り出された試料像を撮像する撮像手段を取り付けるポートを、更に有することを特徴とする請求項5記載の倒立型顕微鏡システム。

7. 前記光学素子は、前記対物レンズからの光束を斜め上方に反射させる第1の光学素子と、略水平方向に反射させる第2の光学素子を含み、

前記第1の光学素子及び前記第2の光学素子のどちらか一方が前記顕微鏡本体に選択的に取り付けられることを特徴とする請求項2記載の倒立型顕微鏡システム。

ム。

8. 前記付加ユニットは、前記試料の中間像を前記鏡筒までリレーするためのリレー光学系を有することを特徴とする請求項7記載の倒立型顕微鏡システム。

5 9. 前記付加ユニットは、前記リレー光学系によってリレーされる前記試料の中間像の光束の一部を取り出す光学素子と、前記光学素子を介して取り出された試料像を撮像する撮像手段を取り付けるポートを、更に有することを特徴とする請求項9記載の倒立型顕微鏡システム。

10. 前記光学素子は、反射角度が可変であることを特徴とする請求項2記載の倒立型顕微鏡システム。

10 11. 前記付加ユニットは、前記試料の中間像を前記鏡筒までリレーするためのリレー光学系を有することを特徴とする請求項10記載の倒立型顕微鏡システム。

15 12. 前記付加ユニットは、前記リレー光学系によってリレーされる前記試料の中間像の光束の一部を取り出す光学素子と、前記光学素子を介して取り出された試料像を撮像する撮像手段を取り付けるポートを、更に有することを特徴とする請求項11記載の倒立型顕微鏡システム。

13. 前記光学素子は、着脱可能であることを特徴とする請求項2記載の倒立型顕微鏡システム。

20 14. 前記付加ユニットは、前記試料の中間像を前記鏡筒までリレーするためのリレー光学系を有することを特徴とする請求項13に記載倒立型顕微鏡システム。

25 15. 前記付加ユニットは、前記リレー光学系によってリレーされる前記試料の中間像の光束の一部を取り出す光学素子と、前記光学素子を介して取り出された試料像を撮像する撮像手段を取り付けるポートを、更に有することを特徴とする請求項14記載の倒立型顕微鏡システム。

[illegible]

5